

IL SOLLEVAMENTO ALLA SBARRA COME TEST DI FORZA MUSCOLARE

Francesco Felici, Adalgisa Colabianchi e Caterina Dominguez,

Seconda Cattedra di Fisiologia Umana dell'Università degli Studi di Roma "La Sapienza"

Titolare: Prof. Marco Marchetti

L'esercizio di sollevamento alla sbarra è considerato come un elemento di valutazione della validità fisica (physical fitness) particolarmente indicato per misurare la forza massima erogabile da parte dei muscoli del cingolo scapolare e dell'arto superiore (McCloy e Young, 1954; Mathews, 1973); come tale, esso è stato largamente impiegato per seguire i progressi nell'allenamento di atleti che impegnano specialmente tali muscoli, come lanciatori, saltatori con l'asta, ecc. Da circa venti anni questo esercizio è stato proposto come parte integrante di un test finalizzato ad indagini statistico-sanitarie (Larson, 1969). Per parte nostra, vorremmo far rilevare che il sollevamento rappresenta anche un valido esercizio di potenziamento degli arti superiori che, rispetto ad esercizi con i pesi, presenta l'indubbio vantaggio di non comportare carichi compressivi rilevanti sulla colonna vertebrale. Quanto sopra esposto basta a giustificare l'interesse che allenatori, atleti, riabilitatori possano nutrire per l'analisi della efficacia allenativa dell'esercizio e della sua validità come test di misura: è da rilevare che sotto entrambi questi aspetti, non tutti i dubbi sono stati chiariti. Come è noto, e come risulta dalla bibliografia

sopra citata, il test viene praticato solo su soggetti di sesso maschile: nelle donne questo test viene sostituito da un altro in cui si misura, invece del numero di sollevamenti effettuati fino ad esaurimento, il tempo massimo di permanenza in sospensione a braccia estese. Non è chiarito peraltro se si considera il sollevamento impossibile nel sesso femminile o se altre considerazioni, come ad es. il desiderio di evitare antiestetiche ipertrofie muscolari, ne limitino tradizionalmente l'impiego. Secondo Fox e Mathews (1976) le donne sono caratterizzate, dal punto di vista della forza muscolare, da una marcata ipodinamia a carico della muscolatura del cingolo scapolare: tali autori propendono per attribuire tale relativa limitazione funzionale alla consuetudine di vita e, in particolare, di educazione fisica, delle donne fin dalla prima infanzia. Se ciò fosse vero ci troveremmo di fronte ad una sorta di circolo vizioso: la donna non può essere sottoposta al test perché non ha forza sufficiente per eseguirlo, ma d'altra parte, non ha forza sufficiente perché non ha eseguito e non esegue questo esercizio (o esercizi similari). Ipotesi alternativa è che l'ipodinamia femminile agli arti superiori vada imputata a motivi

organici e non funzionali. Gli ormoni androgeni potrebbero essere i determinanti di un diverso sviluppo dei muscoli dell'arto superiore. E' noto (Gutmann, 1976) che l'effetto miotrofico del testosterone non si esercita uniformemente su tutta la muscolatura, ma che esistono muscoli bersaglio particolarmente sensibili alla stimolazione proteoanabolica dell'ormone. Questi variano da specie a specie, e l'ipotesi che, in quella umana, i muscoli del cingolo scapolare risultino l'organo bersaglio degli androgeni appare plausibile.

Vi è però anche un altro aspetto da considerare: l'individuo che compie il sollevamento lavora prevalentemente contro il proprio peso. D'altra parte la massa dei muscoli esercitati – e quindi la loro potenza – è solo in parte correlata con il peso corporeo. Approssimativamente dovremmo ritenere che la forza di sollevamento sia proporzionale alla massa corporea magra; il peso invece è la somma di quest'ultima più la massa corporea grassa. Si potrebbe dare, quindi, il caso di chi non possa effettuare il sollevamento non

perché scarsamente dotato muscolarmente, ma perché provvisto di un rapporto massa grassa/massa totale svantaggioso, e tale potrebbe essere proprio il caso delle donne che notoriamente (Fox and Matthews, 1976) hanno una maggiore aliquota percentuale di tessuto adiposo rispetto agli uomini. Abbiamo esposto questo aspetto non solo perché esso potrebbe rappresentare un'ulteriore ipotesi interpretativa della specifica incapacità femminile, ma anche perché esso getta un'ombra di dubbio sulla attendibilità del test anche quando la sua applicazione sia riservata ai soli maschi. Infatti, potremmo domandarci se il test misuri la forza muscolare o non piuttosto una qualità che si compone di forza muscolare e di peculiarità antropometriche.

Un ultimo aspetto da studiare riguarda la modalità di impugnatura della sbarra: si ritiene negli ambienti ginnico-sportivi che impugnare la sbarra con le palme delle mani rivolte verso chi effettua il sollevamento renda questo più facile rispetto all'esercizio eseguito a palme rivolte verso l'avanti. Non abbiamo trovato,

Tabella 1

| Iniziali del soggetto | Sesso | Età | Statura | Peso |
|-----------------------|-------|-----|---------|------|
| D.C. | m | 20 | 1.72 | 75 |
| C.A. | m | 22 | 1.76 | 66 |
| A.G.C. | m | 22 | 1.66 | 61 |
| A.M. | m | 22 | 1.83 | 84 |
| F.M. | m | 22 | 1.86 | 78 |
| P.D.A. | m | 22 | 1.76 | 67 |
| M.B. | m | 24 | 1.84 | 71 |
| P.M. | m | 20 | 1.72 | 63 |
| R.G. | f | 22 | 1.65 | 54 |
| C.D. | f | 22 | 1.61 | 54 |
| M.D. | f | 22 | 1.66 | 55 |
| F.M. | f | 21 | 1.66 | 58 |
| A.C. | f | 22 | 1.60 | 54 |
| T.C. | f | 24 | 1.58 | 52 |
| L.D. | f | 22 | 1.67 | 55 |
| T.G. | f | 20 | 1.65 | 60 |
| C.R. | f | 21 | 1.59 | 51 |
| L.S. | f | 22 | 1.78 | 70 |
| T.R. | f | 23 | 1.56 | 58 |

peraltro, nella letteratura scientifica consultata un riscontro di misure sperimentali al riguardo.

In considerazione di quanto sopra esposto, abbiamo intrapreso questa ricerca al fine di: a) verificare se effettivamente le donne che non abbiano speciale qualificazione atletica risultino incapaci di eseguire l'esercizio; b) valutare che correlazione sussista tra morfotipia e capacità di eseguire i sollevamenti, prendendo soprattutto in considerazione la rappresentazione percentuale di tessuto adiposo e di massa muscolare; c) verificare se effettivamente l'esercizio eseguito a palme in dietro risulti più facile di quello eseguito a palme avanti. La ricerca è stata eseguita su una popolazione di giovani di ambo i sessi che si sono sottoposti a misura della somatotipia e a sedute successive di misura della capacità di sollevamento (numero massimo di sollevamenti eseguiti consecutivamente).

Materiali e metodi

La ricerca è stata eseguita su 19 soggetti (8 uomini ed 11 donne) appartenenti alla popolazione degli studenti della facoltà di Medicina di Roma. A tutti i soggetti sono stati spiegati scopo e procedura dell'indagine, e ciascuno ha dato il suo esplicito consenso a sottoporvisi. Nella tabella 1 sono riassuntivamente esposte le principali caratteristiche anagrafiche ed antropometriche (Tabella 1).

Ciascun soggetto è stato sottoposto a misura di antropometria prima delle prove di sollevamento. L'antropometria comportava: a) la misura di statura e peso corporeo; b) il calcolo della percentuale di massa corporea magra secondo la tecnica di Sloan e Weir (1970), fondata sulla plicometria cutanea; c) la attribuzione dei caratteri somatotipici secondo la notazione e la tecnica di Heath Carter (1973).

Due sedute di sollevamento venivano condotte per ciascun soggetto in un'unica giornata. Durante la prima seduta la sbarra veniva impugnata con le palme rivolte anteriormente (posizione A della Fig. 1; con il corpo esteso ed i piedi stac-

cati dal suolo si sollevava alla sbarra fino a che il mento si portasse a livello della stessa. I sollevamenti venivano reiterati in successione ininterrotta fino al completo esaurimento che veniva denunciato dal fatto che il soggetto non era più in grado di completare l'esercizio. La seconda seduta veniva condotta dopo un intervallo di due ore: il soggetto ripeteva l'iter di esercizi della seduta precedente, avendo però impugnata la sbarra con le palme rivolte posteriormente (Fig. 1; posizione B). Veniva annotato soltanto il numero di sollevamenti completati.

La sbarra adottata è quella tradizionalmente impiegata nelle palestre di ginnastica.

Risultati

Nella Tabella 2 sono riportati, per ciascun soggetto, il numero di sollevamenti effettuati nelle due posizioni di impugnatura. Come si vede esiste una differenza rilevante e statisticamente significativa tra il numero di sollevamenti massimi che si possono effettuare in successione nelle

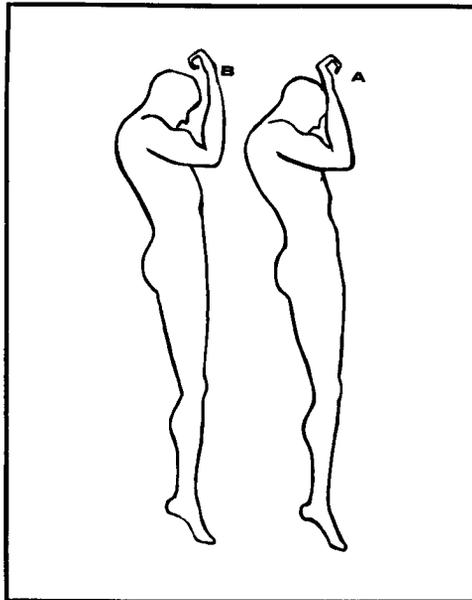


Fig. 1

due forme di impugnatura, risultando quella a palme in dietro (posizione b di Fig. 1) assai più vantaggiosa.

Ancor più vistosa è la differenza che si manifesta, sempre nella stessa tabella, tra le capacità di sollevamento nei maschi e nelle femmine. Di queste ultime, solo una è risultata capace di effettuare due sollevamenti ed è significativo, per quanto sopra detto, che questi successi siano stati conseguiti solo a palme indietro.

Molto più complessa è la risposta che possiamo dare al terzo dei quesiti che ci eravamo posti e cioè se la capacità di eseguire l'esercizio sia correlata con le dimensioni antropometriche dei soggetti. Nella Tabella 3 sono riportati i dati antropometrici e il numero complessivo di sollevamenti effettuati (somma dei sollevamenti effettuati a palme avanti più quelli effettuati a palme in dietro). Nel grafico riportato in Fig. 2a vengono correlati, per ciascun soggetto di sesso maschile, la massa corporea grassa con il numero complessivo di sollevamenti: come si

vede, l'indice di correlazione è elevato e statisticamente significativo. Questo risultato era, del resto, facilmente prevedibile, corrispondendo all'affermazione che tanto maggiore è la massa di tessuto adiposo che deve essere sollevato, tanto minore è la possibilità di iterare i sollevamenti. Nella Fig. 2b sono correlati i punteggi di endomorfismo con il numero complessivo di sollevamenti ed anche in questo caso il raffronto è risultato statisticamente significativo come prevedibile: tanto maggiore è la massa di visceri e di grasso da sollevare e tanto minore diviene il numero di sollevamenti possibili. Non significativa è risultata la correlazione esistente tra punteggio di ectomorfismo (Fig. 2c) e di mesomorfismo (Fig. 2d) rispetto al numero complessivo di sollevamenti. Questo risultato si può interpretare come una conseguenza del fatto che tanto maggiore è la massa magra tanto maggiore la potenza muscolare, ma questo vantaggio, ai fini della capacità di sollevamento, è controbilanciato dallo svantaggio del maggior peso di ossa e di muscoli da sollevare.

Tabella 2

| Iniziali del soggetto | Sesso | N. sollevamenti | |
|-----------------------|-------|-----------------|----------------|
| | | a palme avanti | a palme dietro |
| D.C. | m | 5 | 7 |
| C.A. | m | 6 | 7 |
| A.G.C. | m | 6 | 9 |
| A.M. | m | 3 | 5 |
| F.M. | m | 6 | 7 |
| P.D.A. | m | 4 | 5 |
| M.B. | m | 9 | 13 |
| P.M. | m | 7 | 9 |
| R.G. | f | 0 | 0 |
| C.D. | f | 0 | 2 |
| M.D. | f | 0 | 0 |
| F.M. | f | 0 | 0 |
| A.C. | f | 0 | 0 |
| T.C. | f | 0 | 0 |
| L.D. | f | 0 | 0 |
| T.G. | f | 0 | 0 |
| C.R. | f | 0 | 0 |
| L.S. | f | 0 | 0 |
| T.R. | f | 0 | 0 |

Tutti questi risultati, ovviamente, riguardano solo i soggetti di sesso maschile, essendo le donne, come si è detto incapaci di sollevarsi. La percentuale di tessuto adiposo è risultata notevolmente diversa nei due sessi. Per contro, le differenze nella somatotipia non sono state molto accentuate, come risulta dal confronto riportato nella Fig. 3. In questa sono individuabili anche i valori che Fox e Matthews indicano come standard della popolazione giovanile americana. Rispetto a questi valori di riferimento la popolazione dei nostri soggetti si situa in una zona più spostata verso ecto- ed endo-morfismo negli uomini, verso l'endomorfismo nelle donne.

Discussioni e conclusioni

Il riscontro di una correlazione negativa tra capacità di sollevamento e percentuale di tessuto adiposo è un risultato che

davamo in larga misura per scontato già prima di effettuare questa ricerca. Lo stesso può dirsi per l'analoga correlazione tra endomorfismo e capacità di sollevamento. E' evidente infatti che a parità di massa magra, l'aver una quantità maggiore di massa inerte da sollevare non può non costituire uno svantaggio. Ci è parso tuttavia importante accertare sperimentalmente quanto potevamo solo presumere a priori, perché queste considerazioni gettano una luce di sospetto sulle capacità predittive del test di forza muscolare fondato sul sollevamento alla sbarra. Si dà credito al dubbio che abbiamo esposto in premessa circa la possibilità che le misure ottenute siano solo in parte indicative della forza di cui il soggetto dispone, essendo allo stesso tempo indicative anche del grado di magrezza di chi si sottopone al test. Come tale, questo può ancora essere ritenuto idoneo a fornire elementi di giudi-

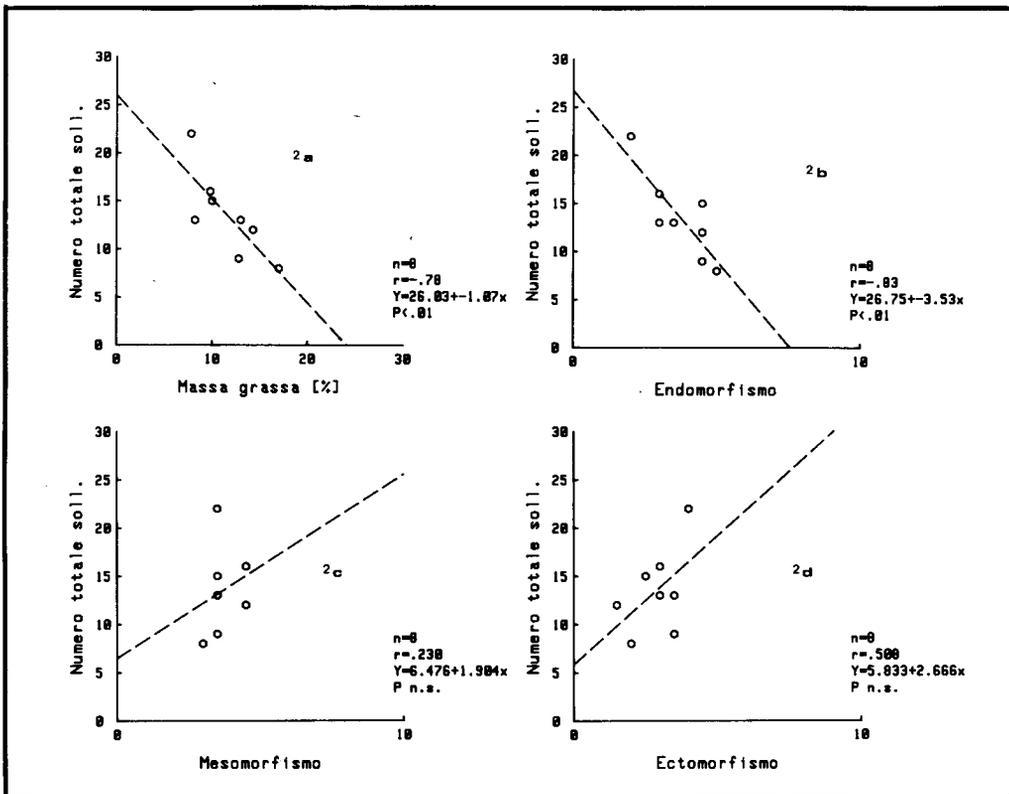


Fig. 2

zio sulla complessiva "fitness", soprattutto quando questa si voglia identificare con lo stato di salute che, come ben noto, è largamente condizionato dall'assenza di obesità, ancor più che dal possesso di un apparato muscolo-scheletrico efficiente ed esercitato. E' lecito dubitare invece sulla attendibilità del test quando esso venga applicato da un allenatore, ad esempio, per valutare se il grado di potenziamento muscolare degli arti superiori sia conveniente rispetto alle esigenze della specialità atletica praticata. Sotto questo aspetto, lanciatori di peso, di martello, o discoboli potrebbero vedere sotto-stimata la loro forza.

Sempre nelle premesse di questo lavoro abbiamo considerato anche l'ipotesi che la pressochè assoluta incapacità delle donne non atlete a praticare il sollevamento, documentata anche dai nostri risultati, sia la conseguenza di una

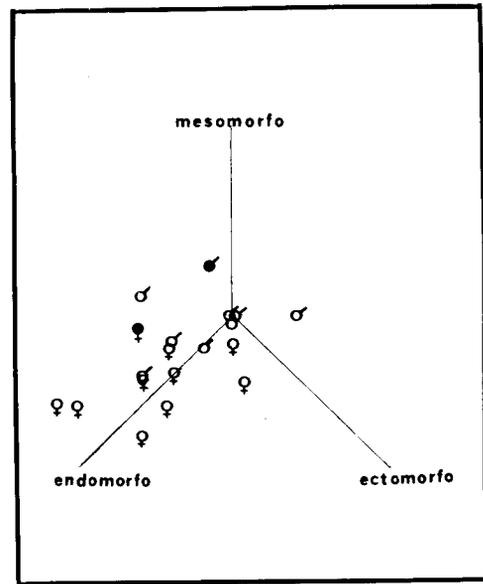


Fig. 3

Tabella 3 A - Maschi

| Iniziali del soggetto | % di tessuto adiposo | Endo | Meso morfismo | Ecto | N. sollevamenti (*) |
|-----------------------|----------------------|------|---------------|------|---------------------|
| D.C. | 14.23 | 4.5 | 4.5 | 1.5 | 12 |
| C.A. | 8.2 | 3 | 3.5 | 3.5 | 13 |
| A.G.C. | 10 | 4.5 | 3.5 | 2.5 | 15 |
| A.M. | 17 | 5 | 3 | 2 | 8 |
| F.M. | 13 | 3.5 | 3.5 | 3 | 13 |
| P.D.A. | 12.8 | 4.5 | 3.5 | 3.5 | 9 |
| M.B. | 7.8 | 2 | 3.5 | 4 | 22 |
| P.M. | 9.8 | 3 | 4.5 | 3 | 16 |

Tabella 3 B - Femmine

| Iniziali del soggetto | % di tessuto adiposo | Endo | Meso morfismo | Ecto | N. sollevamenti (*) |
|-----------------------|----------------------|------|---------------|------|---------------------|
| R.G. | 15.5 | 3 | 3.5 | 3.5 | 0 |
| C.D. | 17.6 | 4 | 3 | 2.5 | 2 |
| M.D. | 17.5 | 4.5 | 3.5 | 4 | 0 |
| F.M. | 16.8 | 4.5 | 2.5 | 3 | 0 |
| A.C. | 18.2 | 5.5 | 3.5 | 2.5 | 0 |
| T.C. | 21.5 | 5.5 | 3.5 | 3.5 | 0 |
| L.D. | 20 | 5.5 | 2.5 | 3 | 0 |
| T.G. | 21.5 | 5.5 | 3 | 2 | 0 |
| C.R. | 18.3 | 6 | 2.5 | 3 | 0 |
| L.S. | 26 | 7 | 3 | 3 | 0 |
| T.R. | 25.8 | 7.5 | 3.5 | 1 | 0 |

maggior percentuale di tessuto adiposo. In base alle misure da noi condotte, possiamo confermare in parte questa asserzione. Non vi è dubbio che la donna normale risulti, sotto questo punto di vista, svantaggiata rispetto all'uomo. Ma dobbiamo allo stesso tempo negare che a questa sola causa possa ricondursi totalmente l'incapacità di sollevamento femminile. Nei nostri dati compaiono uomini che pur avendo percentuali di grasso uguali o superiori a quelle presentate dalle donne, sono risultati capaci di sollevarsi con entrambe le prese. Non resta dunque che postulare una minor forza negli arti superiori e nel cingolo scapolare per unità di peso corporeo, come carattere sessuale secondario femminile. Se essa sia il risultato di una diversa strutturazione scheletrica, o la conseguenza di un diverso condizionamento ormonale, o infine, l'importato di un diverso costume di vita, è tuttavia un quesito irrisolto. E' evidente l'importanza che questo interrogativo riveste per i cultori di atletica leggera femminile. Dobbiamo considerare la donna costituzionalmente inidonea ai lanci e quindi preferibilmente indirizzarla ai salti o alla corsa, tenuto conto della assai più valida prestazione degli arti inferiori (Hettinger, 1961)? O addirittura presumere che l'eccellenza nell'uso delle braccia possa essere considerata come testimonianza di una certa dose di virilizzazione, spontanea o acquisita per uso di anabolizzanti steroidei?

A tali quesiti si potrebbe in parte rispondere solo effettuando una indagine molto più impegnativa di quella che abbiamo fin qui condotto.

Si potrebbe misurare la capacità di sollevamento alla sbarra in bambini impuberi di entrambi i sessi, proseguendo poi la ricerca longitudinalmente per valutare come tale capacità evolva col sopraggiungere della pubertà. Altra indagine potrebbe essere condotta su soggetti di sesso femminile che, per ragioni terapeutiche, facciano ricorso al trattamento farmacologico con anabolizzanti steroidei.

Dai nostri risultati viene documentato che l'esercizio effettuato con la presa a palme rivolte in avanti è definitivamente più gravoso di quello eseguito con le palme indietro. I motivi di questa differenza tuttora ci sfuggono ma dobbiamo postulare che siano di natura biomeccanica. Il diverso assetto del corpo, condizionato dal tipo di presa, potrebbe far sì che il momento muscolare richiesto a qualche articolazione sia maggiore perché più lungo risulta il braccio di leva. Solo un'indagine in cui, attraverso lo studio della cinematica, attuato per fotogrammetria, si giunga al calcolo di tali momenti potrebbe risolvere il quesito. Uno studio siffatto potrebbe anche indicare quale sia il gruppo muscolare maggiormente impegnato nell'esercizio, che, pertanto, risulterebbe il fattore limitante nella sua esecuzione.

Indirizzo degli Autori

Prof. Francesco Figura
Ist. di Fisiologia Umana
Università degli Studi
"La Sapienza"
Piazzale Aldo Moro - Roma

Bibliografia

- MC CLOY H.C. e YOUNG N.D.: *Tests and measurements in health and physical education*. Appleton-Century-Crofts Inc. Ed., New York, 1954.
- MATHEWS D.K.: *Measurement in physical education*. 4th ed. Philadelphia, W.B. Saunders Co., 1973.
- LARSON L.A.: *An international research program for the standardization of physical fitness tests*. J. Sport Med. Phys. Fit., 9, 282, 1969.
- MATHEWS D.K. e FOX E.L.: *The physiological basis of physical education and athletics*, 2nd ed. W.B. Saunders Co. Pbs., 1976.

- GUTMAN E.: *The multiple regulation of contractile and histochemical properties of cross-striated muscle*. Proceedings of a Satellite Symposium to the 26th International Congress of Physiology held in India, 1974. Manik Shahani ed.; Elsevier Sci. Pub. Co., 1976.
- SLOAN A. e J. WEIR: *Nomograms for prediction of body density and total body fat from skinfold measurements*. J. Appl. Physiol. 28, 221-222, 1970.
- HETTINGER T.: *Physiology of strength*. Springfield, Illinois, 1961.

REINTEGRAZIONE IDROSALINA NELL'ATTIVITÀ SPORTIVA

Prof. Edoardo Turchetto

Gli sportivi e coloro che lavorano a temperatura ed umidità elevate, per la sudorazione profusa, vanno incontro a disidratazione e perdita di elettroliti.

Tale stato determina perdita di appetito, di concentrazione, di resistenza al lavoro ed indebolimento del sistema organico della termoregolazione. Il senso di spossatezza che subentra diventa evidente già con perdite del 2-3% del volume dei liquidi, col 7% si evidenziano stati di disorientamento ed allucinazione, mentre quando si supera questo limite, verso il 10%, si creano stati di rischio grave che provocano collasso, sincope, "colpo di calore". In queste evenienze, è d'obbligo l'immediato ricovero in ospedale. Ciò avviene perché la sudorazione profusa e la conseguente rilevante disidratazione alterano il meccanismo preposto alla dissipazione del calore e l'equilibrio termico. "L'ondata di caldo" da sforzi o da altre particolari situazioni provoca dapprima un aumento della temperatura corporea, una sensibile perdita di elettroliti, in particolare sodio e cloruri, una diminuzione del volume dei fluidi in circolazione, un turbamento dell'attività muscolare

con crampi e la spesa delle riserve energetiche, soprattutto glucidiche. Nei momenti successivi si manifesta ipotensione ed arresto della sudorazione, confusione, disorientamento, incoerenza nel discorso, convulsioni.

È evidente, pertanto, la preziosità del mantenimento e del ripristino del volume circolatorio onde ristabilire sia la normale permeazione dei tessuti sia la dissipazione del calore.

La reidratazione dell'organismo con acqua pura o con bevande comuni, in quantità praticamente uguale alle perdite subite, non è né sufficiente, né biologicamente corretta. Occorre ridare all'organismo, con l'acqua, la frazione di sali e di zuccheri persi e/o spesi, onde determinare il riequilibrio intercellulare.

Per questo fine, servono bevande energetiche con contenuti elettrolitici, osmoticamente razionale al riequilibrio quantitativo e qualitativo dei fluidi corporei. Ciò perché il maggior componente del sudore è l'acqua con elettroliti, soprattutto sodio (40-60 mEq/l), cloro (30-50 mEq/l), potassio (3-5 mEq/l) e magnesio (1,5-5/ mEq/l).

Le caratteristiche delle bevande a tal fine preparate devono essere attentamente compatibili con i fluidi del corpo ed essere di pronta disponibilità per la reidratazione. Se gradevoli e dissetanti, tali bevande saranno atte a combattere la sete sia fisiologicamente sia psicologica-

Publicazione autorizzata del testo del Prof. E. Turchetto, Dipartimento di Biochimica Medica dell'Università di Bologna.

Seminario Nutrizione e Sport, SINU '86.

mente. Con l'uso, infatti, consegue una refrigerazione del corpo che migliora il rendimento fisico. La migliore e più produttiva efficacia di queste bevande prevede l'assunzione a piccoli sorsi, di tanto in tanto, prima, durante e dopo il dispendio energetico determinato dalla attività muscolare intensa. Questi concetti appartengono da tempo alla trattatistica consacrata, sicché non saranno accusati di "mode temporanee".

Tests effettuati su bevande concepite secondo i criteri citati, hanno evidenziato il miglioramento delle prestazioni funzionali anche se richieste per tempi protratti.

David Costill della Ball State University, su podisti, ha constatato il mantenimento costante dei livelli del glucosio ematico per ben 120 minuti di prestazione. Tale mantenimento della glicemia era riconducibile all'assunzione di un drink energetico-riequilibratore idrosalino miratamente studiato per chi fa pratica sportiva intensa. Oltre a tale risultato positivo, Costill ha anche constatato, con l'uso della bevanda ad hoc, il relativo affatica-

mento muscolare ed il pronto recupero. Dunque, l'assunzione di bevande dissetanti, energetiche e riequilibranti idrosaline porta anche ad una maggiore resistenza allo sforzo. Tre soggetti riceventi tale drink hanno corso da 5 a 10 miglia in più rispetto ai giorni nei quali l'assunzione prevista era acqua pura.

Un altro ricercatore, Brodwick G.R. Lamb della Purdue University, ha condotto uno studio su atleti operanti in condizione di ambiente umido e a temperatura elevata. Anche in questo caso, i risultati, paragonati alla stessa sperimentazione con acqua, ha portato a differenze significative dell'ordine di + 9%.

In definitiva, l'utilità di queste bevande è fuori discussione perché evita il collasso del sistema di termoregolazione indotto da surriscaldamento da sforzo e, prevenendolo, assicura comunque alti livelli efficienti.

Nella realtà pratica, i risultati sono inequivocabili e la minore stanchezza è la prova della razionalità dell'uso di tale formulazione.